贵州野生兰科植物就地保护现状及保护空缺分析

叶超[1, 2]，刘锋[1, 2]，安明态[1, 2*]，杨焱冰[1, 2]

（1. 贵州大学 林学院，贵阳 550025；2. 贵州大学 生物多样性与自然保护研究中心，贵阳 550025）

摘　要：兰科（Orchidaceae）植物是植物界中最进化、种类最丰富的类群之一，有较高的环境要求和较强的生态系统依存性，加上很多兰科植物具有较高的观赏价值和药用价值，各地采挖频繁，受威胁十分严重，已成为保护植物中的“旗舰”类群。本文基于文献资料和近年来课题组野外调查数据，分析贵州省野生兰科植物的地理分布状况、就地保护现状与保护空缺，以期为该地区野生兰科植物科学合理的保护管理提供参考。结果表明：（1）贵州省野生兰科植物共 343 种，其中在自然保护区内分布的物种有 291 种，就地保护率为 84.84%；（2）在地理分布上，黔西南州（221 种）＞黔南州（198 种）＞遵义市（135 种）＞铜仁市（110 种）＞黔东南州（101 种）＞贵阳市（82 种）＞六盘水市（79 种）＞毕节市（68 种）＞安顺市（65 种），黔西南州和黔南州分布的兰科植物及它们自然保护区内分布的兰科植物种类均远高于其他地州市；（3）采用“累计筛选法”共鉴别出保护贡献率较高的前 14 个保护区，累计保护率达 84.84%。总体来看，贵州省野生兰科植物受到了较全面的保护，但仍有部分物种未受到保护，且受威胁严重。

关键词：兰科植物，就地保护，保护空缺，保护贡献率，贵州省

中图分类号：Q948　　　　**文献标识码：**A

Analysis on *in situ* conservation status and conservation vacancy of wild Orchidaceae in Guizhou Province

YE Chao[1, 2], LIU Feng[1, 2], AN Mingtai[1, 2*], YANG Yanbing[1, 2]

(1. *College of Forestry in Guizhou University*, Guiyang 550025; 2. *Research Center for Biodiversity and Nature Conservation, Guizhou University*, Guiyang 550025)

Abstract: Orchidaceae is one of the most evolved and abundant taxa in the plant kingdom. It has high environmental requirements and strong ecosystem dependence. In addition, many Orchidaceae plants have high ornamental and medicinal values, they are frequently mined and threatened very serious, and have become the “flagship” taxa in the protected plants. Based on the literature and the field survey data of the research group in recent years, this paper analyzes the

基金项目：国家自然科学基金（31960042）；国家林业和草原局野生植物保护管理项目（2019073004）；生态环境部生物多样性保护重大工程专项（8-3-7-20-3）[Supported by the National Natural Science Foundation of China(31960042); the Wild Plant Protection and Management Project of State Forestry and Grassland Administration(2019073004); the Special Project of Major Biodiversity Conservation Project of Ministry of Ecology and Environment(8-3-7-20-3)]。

作者简介：叶超（1994-），男，四川资中人，硕士研究生，主要从事生物多样性保护（植物方向）与植物分类学研究，（E-mail）cqyc4959@163.com。

***通信作者：**安明态，博士，正高级实验师，主要从事生物多样性保护（植物方向）、植物分类学与森林生态学研究，（E-mail）gdanmingtai@126.com。

geographical distribution, the current situation of local protection and the lack of protection of wild orchids in Guizhou Province, so as to provide a reference for the scientific and reasonable protection and management of wild orchids in this area. The results were as follows: (1) There are 343 species of wild orchids in Guizhou Province, among which 291 species are distributed in the nature reserve, and the local conservation rate is 84.84%; (2) In terms of geographical distribution, Qianxinan(221) > Qiannan (198) > Zunyi(135) > Tongren(110) > Qiandongnan(101) > Guiyang(82) > Liupanshui(79) > Bijie(68) > Anshun(65), the species of orchids in Qianxinan and qiannanzhou and their nature reserves are much higher than those in other prefectures; (3) The top 14 reserves with high protection contribution rate were identified by "cumulative screening method", and the cumulative protection rate reached 84.84%. In general, the wild Orchidaceae plants in Guizhou Province have been fully protected, but there are still some species not protected and seriously threatened.

Key words: Orchid, *in situ* conservation, conservation vacancy, protection contribution rate, Guizhou Province

兰科（Orchidaceae）是有花植物中最大的科之一，物种种数仅次于菊科，且每年被描述的新物种中有500种出自这两个科(Chase et al., 2015)。目前全世界约有兰科植物736属28000种(Christenhusz et al., 2016)，并且正在以每年13个属的速度被描述（1994年至2004年的平均值）(Schuiteman, 2004)，广泛分布于除两极和极端干旱沙漠地区以外的各种陆地生态系统中，尤以热带地区分布最多(Gustavo, 1996)。多年来，兰科作为保护植物中的"旗舰"类群(罗毅波等，2003)，深受国内外研究者的青睐，大量有关兰科植物的研究被报道。然而，这些报道多集中在某些重要物种或类群的形态学(李秀玲等，2015; Necmettin, 2016)、细胞学(Oliveira et al., 2015;Moraes et al., 2016)、菌根生物学(Hajong et al., 2013)、传粉生物学(任宗昕等，2012)、育种及组培快繁技术(Dong et al., 2015)等方面，有关兰科植物就地保护效率的研究极少，目前仅见秦卫华等(2012)对中国1334种兰科植物在543个自然保护区中的就地保护水平进行了划分，并认为仅有4.8%的兰科植物受到了"有效保护"。中国作为世界上野生兰科植物最丰富的国家之一(张殷波等，2015)，目前共记录兰科植物205属1556种(王利松等，2015)，约有70%的种类在国家级自然保护区等保护地内有分布，就地保护成为了我国兰科植物保护的主要方式(金效华，2019)。就地保护（*in situ* conservation）是生物多样性保护最有效的措施(马建章等，2012)，而自然保护区是对生物资源进行就地保护途径中最有效的(张殷波等，2019)。

西南高山峡谷区是我国野生兰科植物的重点分布区域，其独特的地理位置和复杂的自然环境为野生兰科植物提供了适宜的环境(秦卫华等，2012；张殷波等，2015)。贵州地处我国西南边陲，是世界喀斯特地貌发育最典型的地区之一，喀斯特面积占全省国土面积的61.9%(李宗发，2011)，地形多变，山高谷深，沟岭纵横，气候垂直分异大，水热资源充沛(周政贤，1992)，其复杂的环境和良好的水热条件为兰科植物的生存提供了条件。贵州省自1978年建立第一个自然保护区—梵净山自然保护区以来，至今已建成124个自然保护区（http://www.mee.gov.cn/stbh/zrbhdjg/201611/ P020161125559865886359.pdf），总面积达

8 898.2 km^2，占全省国土面积的 5.05%。但是，这些保护区对贵州省野生兰科植物的保护情况与效率如何仍有待研究。本研究以贵州省野生兰科植物为研究对象，分析自然保护区内外的兰科植物地理分布状况及其保护现状，评价其就地保护效率及保护空缺，对有关部门制定兰科植物的保护策略和管理方案具有一定的理论指导意义。

1 数据与方法

1.1 数据来源

本文兰科植物名录的资料收集截至 2020 年 3 月 30 日。主要查阅了《贵州省野生兰科植物鉴别手册》（陈东升等，2019）、《贵州维管束植物编目》（罗扬等，2015）、《贵州野生兰科植物》(周庆，2017)、《贵阳市野生兰科植物资源》（赵熙黔等，2015）、省内已出版的自然保护区科学考察集(张华海等，2006；罗杨等，2010；喻理飞等，2016)等相关专著与近年来已发表的兰科植物新纪录等相关资料(金效华等，2002；冉景丞等，2009；杨焱冰等，2017)，以及课题组近年来在承担贵州省第二次全国重点保护野生植物资源调查、贵州省相关保护区综合科学考察、林木种质资源调查、自然保护区生物多样性监测等工作中收集的兰科植物资料，整理得出贵州省野生兰科植物共计 343 种（表 1），依据 Species 2000 China Node（http://www.sp2000.org.cn）的分类系统，隶属于 92 属。

表 1　贵州野生兰科植物组成及受胁等级

Table 1 Composition and endangered categories of wild Orchidaceae in Guizhou

受威胁等级 Endangered categories	保护区内分布 Distribution in the protected area	保护区外分布 Distribution outside protected areas	合计 Total
极危 Critically endangered	13	3	16
濒危 Endangered	38	12	50
易危 Vulnerable	61	3	64
近危 Near threatened	47	7	54
无危 Least concern	123	21	144
数据缺乏 Data deficient	9	6	15
合计 Total	291	52	343

注：此处保护区内分布是指只要在贵州省任一保护区内有分布的物种，即列入。

Note: The species in the protected area here are listed as long as they are distributed in any protected area in Guizhou Province.

1.2 自然保护区保护贡献率分析

本研究从保护野生兰科植物的角度出发，采用累计筛选法(张殷波等，2014)来评价贵州省现有自然保护区对野生兰科植物的保护贡献率。此方法依据“保护物种最多”、“互补性最高”及“保护面积最小”等 3 个原则，在自然保护区网络中鉴别出对贵州省野生兰科植物保护贡献率最高且补充贡献率也较高的自然保护区。具体步骤如下：

首先，统计贵州省现有的 124 个保护区已知分布的野生兰科植物的物种数，按从多到少排序，将包含野生兰科植物种类数量最多且面积最小的保护区作为对兰科植物保护贡献率第一位的保护区，同时认为该保护区内所包含的兰科植物已受到保护，将其从总的兰科植物中剔除；然后，将其他的自然保护区按照包含剩余野生兰科植物的种类数量按照从多到少排序，选出此时包含兰科植物种类数量最多且所占面积最小的自然保护区作为保护贡献率第二位

的保护区；之后，再重复以上步骤，直到所有的在保护区内有分布的野生兰科植物均被剔除掉后；最后，得到贵州省野生兰科植物保护贡献率最高以及补充贡献率也较高的自然保护区位序。

2 结果与分析

2.1 野生兰科植物地理分布特点及就地保护现状

贵州省已知的 343 种野生兰科植物广泛分布于全省境内（图 1），分布极不均衡，地区差异极大。其中以西南部的黔西南州分布最多（221 种），占贵州省野生兰科植物的 63.56%；其次为黔南州（198 种），占 57.73%；黔中的安顺市分布最少，仅有 65 种，占 18.95%。贵州省 25 个自然保护区（10 个国家级、6 个省级和 9 个县级）内有 291 种野生兰科植物分布，就地保护率达 84.84%。各行政区的保护效率虽有一定的差异，但总体上保护效率仍较好。如毕节市分布的 68 种在保护区内均有分布，就地保护率最高，为 100%；黔东南州和六盘水市分别有 1 种、2 种未在保护区内有分布，就地保护率分别为 99.04%和 96.77%；黔西南州有 31 种未分布于保护区内，保护效率较其他各地州市差，但其就地保护率仍达 85.02%，表明贵州省自然保护区对野生兰科植物的就地保护成效较佳，远高于我国兰科就地保护率（51.9%）(秦卫华等，2012)。

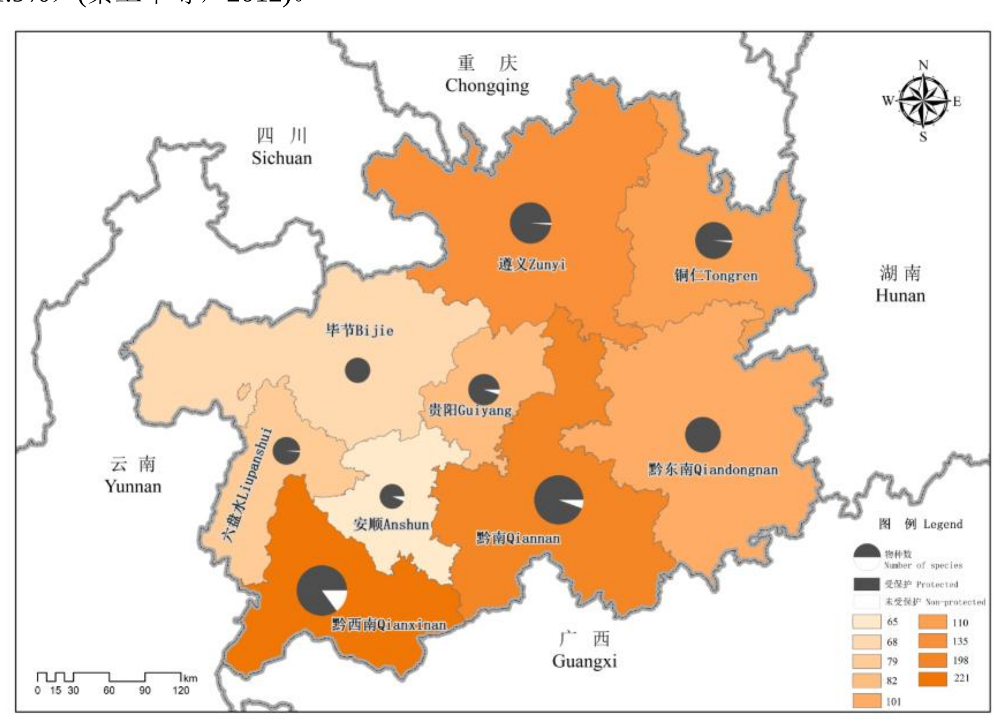


图 1 贵州省野生兰科植物地理分布

Fig. 1 Geographical distribution of wild Orchidaceae in Guizhou

尽管如此，贵州省兰科植物受威胁程度仍非常高。贵州省野生兰科植物处于受威胁（极危、濒危和易危）等级的有 130 种，占我国高等植物受威胁物种（3 879 种）(覃海宁等，2017)的 3.35%，占我国受威胁兰科植物（653 种）的 19.91%，占贵州省兰科植物的 37.90%。其中，极危种在保护区内有分布的有 13 种，占贵州省野生兰科植物极危种的 81.25%；濒危种

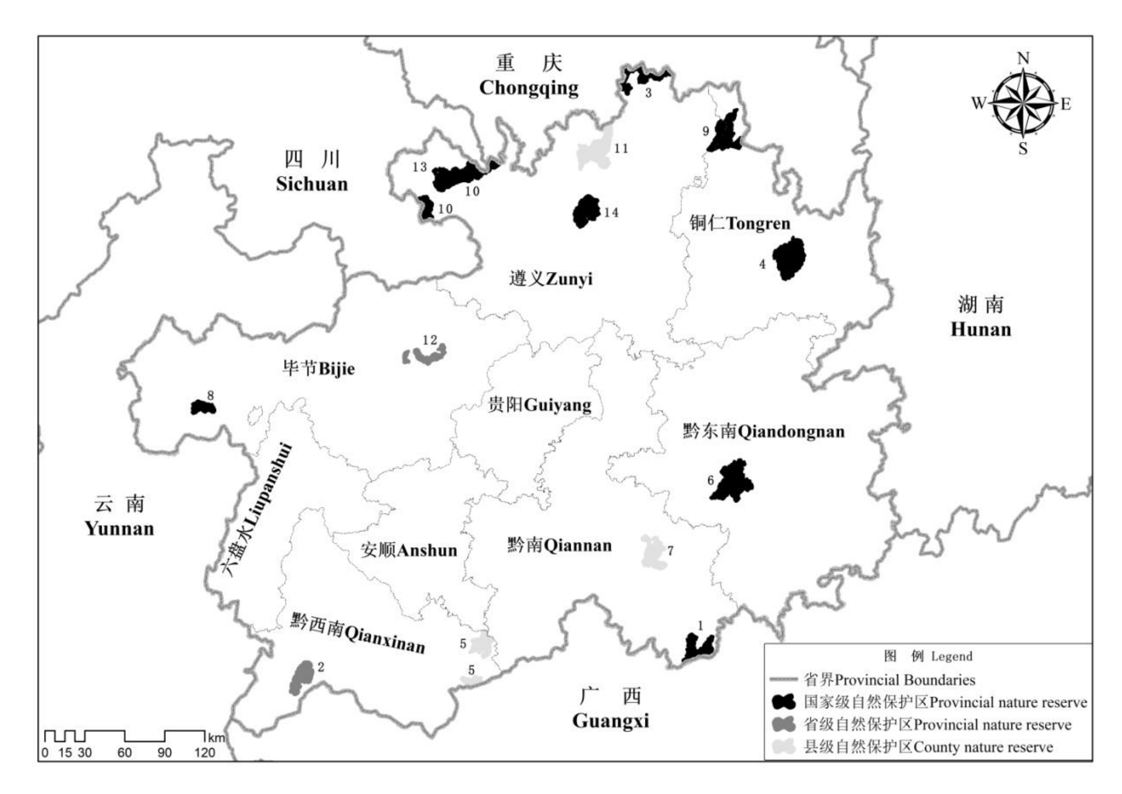
38 种，占 76.00%；易危种 61 种，占 87.14%。总体来看，全省达到易危以上等级的物种绝大多数通过保护区方式得到了保护，但由于兰科植物多为重要观赏植物和药用植物，全省各地采挖兰花现象严重，导致兰科植物资源急剧减少甚至区域性灭绝率显著提高，加之兰科植物暂时未纳入国家保护植物名录，保护力度不足，兰科植物受威胁状况并没有得到缓解。

2.2 保护空缺

目前，贵州省野生兰科植物有 52 种未见在保护区内分布，其中极危 3 种，为杏黄兜兰（*Paphiopedilum armeniacum*）、贵州杜鹃兰（*Cremastra guizhouensis*）、丽江杓兰（*Cypripedium lichiangense*）；濒危种包括贵州地宝兰（*Geodorum eulophioides*）、文山兜兰（*Paphiopedilum wenshanense*）和斑叶杓兰（*Cypripedium margaritaceum*）等 12 种；易危种包括合柱兰（*Diplomeris pulchella*）、滇藏斑叶兰（*Goodyera robusta*）和长距美冠兰（*Eulophia faberi*）等 9 种；近危种包括离萼杓兰（*Cypripedium plectrochilum*）、宽药隔玉凤花（*Habenaria limprichtii*）和喙房坡参（*Habenaria rostrata*）等 8 种；无危种包括流苏金石斛（*Flickingeria fimbriata*）、湿地玉凤花（*Habenaria humidicola*）和白肋线柱兰（*Zeuxine goodyeroides*）等 20 种。这些种多为近年来发表的新种或新纪录，在贵州省内仅有零星的分布，如贵州杜鹃兰和丽江杓兰等 39 种均只记录到一个分布点，喙房坡参仅在镇宁县境发现 3 株，且还受放牧的威胁。

2.3 自然保护区的保护贡献率

经筛选后，贵州省自然保护区对野生兰科植物保护贡献率最高的是茂兰国家级自然保护区（129 种），占贵州省兰科植物总数的 37.61%；其次，筛选出补充保护贡献率最高的是坡岗州级自然保护区，补充保护物种数 48 种，累计保护物种 177 种，累计保护贡献率达到 51.60%；随后依次筛选出大沙河国家级自然保护区、梵净山国家级自然保护区、望谟苏铁县级自然保护区和雷公山国家级自然保护区，这 4 个保护区共补充保护物种 93 种，累计保护物种 270 种，累计保护贡献率达到 78.72%。通过筛选，共得到 14 个保护贡献率最高且最互补的保护区（图 2），并将贵州省在自然保护区内有分布的 291 种野生兰科植物完全包含在内，总面积占贵州省保护区总面积的 38.07%，累计保护贡献率达到 84.84%。通过本研究得出，筛选得到的前 14 个自然保护区对贵州省野生兰科植物的保护贡献率最高。其中，有 9 个为国家级自然保护区、2 个省级自然保护区，合计达 11 个省级以上保护区，约占前 14 个保护区的 78.57%，表明省级以上自然保护区尤其是国家级自然保护区对贵州省野生兰科植物有较高的保护贡献率且保护成效显著。贵州省国家级自然保护区中仅佛顶山国家级自然保护区未筛选到，但其仍保护了 45 种野生兰科植物。



1. 茂兰国家级自然保护区；**2**. 坡岗州级自然保护区；**3**. 大沙河国家级自然保护区；**4**. 梵净山国家级自然保护区；**5**. 望谟苏铁自然保护区；**6**. 雷公山国家级自然保护区；**7**. 都柳江源湿地自然保护区；**8**. 草海国家级自然保护区；**9**. 麻阳河国家级自然保护区；**10**. 习水国家级自然保护区；**11**. 桴槁自然保护区；**12**. 百里杜鹃省级自然保护区；**13**. 赤水桫椤国家级自然保护区；**14**. 宽阔水国家级自然保护区。

1. Maolan National Nature Reserve; **2**. Pogang Municipal Nature Reserve; **3**. Dashahe National Nature Reserve; **4**. Fanjingshan National Nature Reserve; **5**. Wangmo Cycas Nature Reserve; **6**. Leigongshan National Nature Reserve; **7**. Duliu River Wetland Nature Reserve; **8**. Caohai National Nature Reserve; **9**. Mayanghe National Nature Reserve; **10**. Xishui National Nature Reserve; **11**. Fuhen Nature Reserve; **12**. Baili Azalea Provincial Nature Reserve; **13**. Chishui Alsophila National Nature Reserve; **14**. Kuankuoshui National Nature Reserve.

图 2　14 个保护贡献率最高且最互补的自然保护区

Fig. 2 The 14 most complementary nature reserves with the highest contribution to conservation

3 讨论与结论

贵州省野生兰科植物种类较多，分布广泛，生境复杂，调查难度高，即使是物种最基本分布数据的获取仍是任重道远，兰科植物分布面积、资源数量等数据的获取尤为困难，在很大程度上限制了对野生兰科植物资源现状的客观评估，难以逐一对研究对象的种群数量和分布面积实施详细的调查。因此，在进行保护效果的评价过程中，本文仅以野生兰科植物在保护区内是否有分布为依据，对其就地保护现状进行初步评价。

本研究采用累计筛选法得出在野生兰科植物保护中应优先考虑的保护区，这 14 个保护区的累计保护贡献率即可涵盖贵州省 124 个保护区种分布的全部兰科植物物种。但是，此评价方法没有考虑物种间的差异性及物种的遗传多样性，且只要在保护区内有分布的物种，我们即认为其已受到保护，未涉及到种群数量、种群分布面积以及其在保护区内具体的分布环境等指标，存在一定的局限性。今后可以通过更为全面的调查与监测来完善贵州省野生兰科植物数据库，进而对贵州省野生兰科植物的实际地理分布以及就地保护现状进行更为精确、

科学的评价。

对于评估结果中的 52 种目前未受到自然保护区保护的兰科植物，39 个物种仅在 1 个县内发现有分布，兴义、安龙、兴仁分别有 10 种、7 种和 6 种未分布于保护区内。兰科植物的多样性能客观地反映一个地区生物多样性的状况(金效华等，2011)，结合这些兰科植物的分布情况，将这些种的分布地列为贵州省生物多样性的保护空缺地，对这些保护空缺物种新建或扩建保护区，可以为贵州省野生兰科植物的就地保护工作以及贵州省自然保护区的进一步优化提供一定的依据。如兴义的坡岗自然保护区，可在条件允许的情况下进行扩建；紫云县发现较大面积的硬叶兜兰种群以及其他十余种兰科植物的分布，且正面临放牧的干扰，可以考虑建立兰科植物的保护小区甚至保护区。针对某些不适合或不便进行就地保护的种（如丽江杓兰、喙房坡参），可结合迁地保护将其引种至植物园等迁地保护中心进行保护。在进行保护效率评估中，在 5 个以上保护区内实现了就地保护的物种有 75 种，占贵州省野生兰科植物的 21.87%。然而，大部分兰科植物，尤其是一些贵州特有种分布范围极其狭窄，仅在少数的一个或几个保护区内实现就地保护，甚至有些物种（如狭瓣玉凤花、贵州石仙桃）自发表后在贵州野外未见。因此，在保护区内必须加强基础研究工作，进行系统的本底资源调查，对保护区内野生兰科植物的分布进行长期的监测，实时掌握其种群动态变化，进行群落学特性的研究，真正保证就地保护成效。

通过近年来课题组在全省的调查研究，初步确定北盘江地区（尤其是下游地区）为贵州省兰科植物分布最丰富的地区，然而，该区域也是兰科植物丧失最严重的地区。由于很多兰科植物具有观赏价值较高的观赏价值或药用价值，许多人对国兰、兜兰、石斛、天麻等价值较高的兰花基本上是遇着即挖、逢见必采。而且，在法律上，兰科植物的保护在我国尚缺乏法律依据，这些兰科植物与普通杂草无异，在各大网络平台上公开叫卖，并且运输畅通无阻，各地林业管理部门执法无依据，无法有效制止市场兜售和偷采盗采事件，使得兰花交易更加频繁。因此，兰科植物的立法保护迫在眉睫。然而，科学合理的保护是需要资源清、本底明为前提的，以研究促保护是野生植物资源保护的有效途径。目前，国家已经高度重视兰科植物的保护工作，国家林业和草原局 2019 年已经启动了全国野生兰科植物资源调查评估，贵州省列入首批调查省区。国家第二批重点保护野生植物名录的编制工作已经启动，兰科植物作为野生植物保护中的“旗舰”类群，有望得到国家法律保护，兰科植物的保护研究也必将引起更多人关注。

参考文献：

CHASE MW, CAMERON KM, FREUDENSTEIN JV, et al., 2015. An updated classification of Orchidaceae[J]. Bot J Linn Soc, 177(2): 151-174.

CHRISTENHUSZ MJM, BYNG JW, 2016. The number of known plants species in the world and its annual increase[J]. Phytotaxa, 261(3): 201-217.

DONG GK, KANG KK, BEEN CG, 2015. Development of intergeneric hybrids between wind orchids (*Sedirea japonica* and *Neofinetia falcata*) and moth orchids (*Phalaenopsis alliances*)[J]. Hortic Environ Biotechnol,

56(1): 67-78.

GUSTAVO AR, 1996. The orchid family. In: IUCN/ SSC Orchid Specialist Group (ed.), Orchids-Status Survey and Conservation Action Plan[M]. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK: 3-4.

HAJONG S, KUMARIA S, 2013. Comparative study of key phosphorus and nitrogen metabolizing enzymes in mycorrhizal and non-mycorrhizal plants of *Dendrobium chrysanthum* Wall. ex Lindl.[J]. Acta Physiol Plant, 35(7): 2311-2322.

JIN XH, 2019. Remarkable achievements have been made in the protection of orchids in China[J]. Land Greening, (1): 46-47. [金效华，2019. 中国兰科植物保护取得显著成就[J]. 国土绿化，(1)：46-47.]

JIN XH, JI ZH, QIN HN, et al., 2002. Novelities of the Orchidaceae of Guizhou, China[J]. Acta Phytotax Sin, (1): 82-88. [金效华，吉占和，覃海宁，等，2002. 贵州兰科植物增补[J]. 植物分类学报，(1)：82-88.]

JIN XH, XIANG XG, CHEN B, 2011. Biodiversity of orchids in remnant native forests in Nujiang Valley, Yunnan Province, China[J]. Biodivers Sci, 19(1): 120-123. [金效华，向小果，陈彬, 2011. 怒江河谷低海拔地区残存原生植被中兰科植物多样性[J]. 生物多样性，19(1)：120-123.]

LI XL, ZHOU JY, WANG XG, et al., 2015. Indentification of *Paphiopedilum concolor* and its relative species[J]. Southwest Chin J Agric Sci, 28(5): 2223-2227. [李秀玲，周锦业，王晓国，等，2015. 同色兜兰及其近缘种鉴别研究[J]. 西南农业学报，28(5)：2223-2227.]

LI ZF, 2011. Partition of karst landform in Guizhou[J]. Guizhou Geol, 28(3):177-181. [李宗发，2011. 贵州喀斯特地貌分区[J]. 贵州地质，28(3)：177-181.]

LUO Y, DENG LX, YANG CH, 2015. Guizhou vascular plant catalogue[M]. Beijing: China Forestry Press: 533-554. [罗扬，邓伦秀，杨成华，2015. 贵州维管束植物编目[M]. 北京：中国林业出版社：533-554.]

LUO Y, LIU L, 2010. Scientific survey of the Wangmo Caycad Nature Reserve of Guizhou[M]. Guiyang: Guizhou Science and Technology Press: 297-301. [罗杨，刘浪，2010. 贵州望谟苏铁自然保护区科学考察集[M]. 贵阳：贵州科技出版社：297-301.]

LUO YB, JIA JS, WANG CL, 2003. A general review of the conservation status of Chinese orchids[J]. Biodivers Sci, (1): 70-77. [罗毅波，贾建生，王春玲，2003. 中国兰科植物保育的现状和展望[J]. 生物多样性，(1)：70-77.]

MA JX, RONG K, CHENG K, 2012. Research and practice on biodiversity in situ conservation in China:progress and prospect[J]. Biodivers Sci, 20(5): 551-558. [马建章，戎可，程鲲，2012. 中国生物多样性就地保护的研究与实践[J]. 生物多样性，20(5)：551-558.]

MORAES AP, KOEHLER S, CABRAL JS, et al.,2016. Karyotype diversity and genome size variation in Neotropical Maxillariinae orchids[J]. Plant Biol, 19(2): 298-308.

NECMETTIN G, 2016. Seed micromorphology of Orchis Tourn. ex L. (Orchidaceae) and allied genera growing in Edirne province, Turkey[J]. Phytokeys, 68(68): 9-25.

OLIVEIRA IGD, MORAES A P, DE ALMEIDA EM, et al., 2015. Chromosomal evolution in Pleurothallidinae (Orchidaceae: Epidendroideae) with an emphasis on the genus Acianthera: chromosome numbers and heterochromatin[J]. Bot J Linn Soc, 178(1): 102-120.

QIN HN, YANG Y, DONG SY, et al., 2017. Threatened species list of China's higher plants[J]. Biodivers Sci, 25(7): 696-744. [覃海宁，杨永，董仕勇，等，2017. 中国高等植物受威胁物种名录[J]. 生物多样性，25(7)：696-744.]

QIN WH, JIANG MK, XU WG, et al., 2012. Assessment of *in situ* conservation of 1, 334 native orchids in China[J]. Biodivers Sci, 20(2): 177-183. [秦卫华，蒋明康，徐网谷，等，2012. 中国1,334种兰科植物就地保护状况评价[J]. 生物多样性，20(2)：177-183.]

RAN JH, LU CW, 2009. Current situation and protection and utilization ways of Orchidaceae plant resources in Maolan Nature Reserve[J]. J Anhui Agr Sci, 37(11): 5209-5211. [冉景丞，鲁成巍，2009. 茂兰自然保护区

兰科植物资源现状及保护利用途径[J]. 安徽农业科学，37(11)：5209-5211.]

REN ZX, WANG H, LUO YB, 2012. Deceptive pollination of orchids[J]. Biodivers Sci, 20(3): 270-279. [任宗昕，王红，罗毅波，2012. 兰科植物欺骗性传粉[J]. 生物多样性，20(3)：270-279.]

SCHUITEMAN A, 2004. Devogelia (Orchidaceae), a New Genus from the Moluccas and New Guinea[J]. Blumea J Plant Taxon & Plant Geogra, 49(2): 361-366.

WANG LS, JIA Y, ZHANG XC, et al., 2015. Overview of higher plant diversity in China[J]. Biodivers Sci, 23(2): 217-224. [王利松，贾渝，张宪春，等，2015. 中国高等植物多样性[J]. 生物多样性，23(2)：217-224.]

YANG YB, WEI HY, AN MT, et al., 2017. New distribution records of Orchidaceae in Guizhou Province[J]. J Mt Agric Biol, 36(6): 74-76. [杨焱冰，魏海燕，安明态，等，2017. 贵州省兰科植物新记录[J]. 山地农业生物学报，36(6)：74-76.]

YU LF, SU HJ, AN MT, et al., 2016. The scientific survey in Fodingshan Nature Reserve--wuling mountain-miaoling junction conservation area, a priority area for biodiversity conservation in China[M]. Guiyang: Guizhou Science and Technology Press: 150-155. [喻理飞，粟海军，安明态，等，2016. 贵州佛顶山生物多样性——中国生物多样性保护优先区武陵山——苗岭结点保护区研究[M]. 贵阳：贵州科技出版社：150-155.]

ZHANG HH, LONG QD, LIAO DP, 2006. Comprehensive scientific survey of the Xingyi Pogang Nature Reserve[M]. Guiyang: Guizhou Science and Technology Press: 85-90. [张华海，龙启德，廖德平，2006. 兴义坡岗自然保护区综合科学考察集[M]. 贵阳：贵州科技出版社：85-90.]

ZHANG YB, LIU YL, QIN H, et al., 2015. Species diversity and geographic distribution of wild Orchidaceae in China[J]. Chin Sci Bull, 60(2): 179-188. [张殷波，杜昊东，金效华，等，2015. 中国野生兰科植物物种多样性与地理分布[J]. 科学通报，60(2)：179-188.]

ZhANG YB, LIU YL, QIN H, et al., 2019. Species diversity and geographic distribution of wild Orchidaceae in China[J]. Chin J Appl Ecol, 30(2): 496-502. [张殷波，刘彦岚，秦浩，等，2019. 气候变化条件下山西翅果油树适宜分布区的空间迁移预测[J]. 应用生态学报，30(2)：496-502.]

ZHANG YB, ZHANG XL, YUAN H, 2014. Assessing the in situ conservation status of key protected wild plants in Shanxi Province[J]. Biodivers Sci, 22(2): 167-173. [张殷波，张晓龙，苑虎，2014. 山西省重点保护野生植物就地保护现状[J]. 生物多样性，22(2)：167-173.]

ZHAO XQ, AN MT, 2015. Wild orchid plant resources in Guiyang[M]. Guiyang: Guizhou Science and Technology Press: 127-281. [赵熙黔，安明态，2015. 贵阳市野生兰科植物资源[M]. 贵阳：贵州科技出版社：127-281.]

ZHOU Q, 2017. Wild orchids in guizhou[M]. Guiyang: Guizhou Science and Technology Press: 1-456. [周庆, 2017. 贵州野生兰科植物[M]. 贵阳：贵州科技出版社：1-456.]

ZHOU ZX, 1992. Guizhou forest[M]. Guiyang: Guizhou Science and Technology Press: 26-33. [周政贤, 1992. 贵州森林[M]. 贵阳：贵州科技出版社：26-33.]